



## Förderprogramm für Innovationen im RPV Kurze Projektbeschreibung

### ZEUS - Zürich Experiment für Umfassende Sicherheit

<b>Anwendungsbereich</b>	Fahrzeugtechnik	<b>Voraussichtliche Projektdauer</b>	12.2021 – 12.2022
<b>Projektträger</b>	Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ)	<b>Budget total</b>	CHF 3'817'780,-
<b>Ansprechpartner</b>	Silvio Hochreutener silvio.hochreutener@vbz.ch	<b>Anteil BAV</b>	CHF 1'272'593,-

#### Zusammenfassung

Gemäss der Schadensstatistik der Jahre 2011 – 2019 ereignen sich durchschnittlich pro Jahr bei den Verkehrsbetrieben (VBZ) rund 1960 Schadensereignisse. Etwa 1000 Schadensereignisse stehen dabei im Zusammenhang mit Strassenbahnen. Hiervon enden durchschnittlich 270 Unfälle mit Körperverletzungen und drei mit Todesfällen.

Die Mehrheit der Unfälle mit Todesfolge ereignete sich aufgrund von Frontalkollisionen mit Fussgängerinnen und Fussgängern sowie Velofahrerinnen und Velofahrern. Die VBZ wollen diese tödlichen Unfälle sowie jene mit Verletzungsfolgen reduzieren und die Sicherheit im Strassen- und Tramverkehr entsprechend erhöhen.

Das Projekt ZEUS (Zürich Experiment für Umfassende Sicherheit) verfolgt diesbezüglich einen innovativen Ansatz und soll die Anzahl und den Schweregrad von Unfällen mit Hilfe von modernster Technologie spürbar reduzieren. Das Umgebungserkennungssystem nutzt modernste Sensortechnik, Computervision-Algorithmen und ein neuronales Netzwerk (künstliche Intelligenz), um Objekte zu identifizieren und zu klassifizieren sowie um die streckenseitigen Signale zu erkennen. Es erkennt so gefährliche Situationen, die zu einer Kollision führen können. Das System warnt in einem ersten Schritt den Fahrer oder die Fahrerin und – sollte dieser oder diese nicht auf die Warnung reagieren – leitet in einem zweiten Schritt automatisch einen Bremsvorgang ein (PercepTram). So wird in erster Linie das Eintrittsrisiko eines Unfalls verringert. Sollte trotz der eingeleiteten Massnahmen eine Kollision unvermeidbar sein, wird noch vor der Kollision der Airbag ausgelöst. Dieser reduziert den Primäranprall an der Fahrzeugfront und reduziert dadurch den Schweregrad der Verletzungen. Gleichzeitig verhindert der Airbag (BodySave), dass die Person unter das Tram geraten kann.

#### Ziele

- Unfallvermeidung durch Warnung
  - o Warnung vor Kollisionsrisiko
  - o Warnung bei Nicht-Einhaltung der Fahrsignalvorgaben
- Unfallvermeidung durch automatische Reaktion des Systems (PercepTram)
  - o Aktive Kollisionsvermeidung durch Geschwindigkeitsreduktion, Traktionsunterbindung oder Bremsung
  - o Aktive Einhaltung der Fahrsignalvorgaben durch Geschwindigkeitsreduktion Traktionsunterbindung oder Bremsung
- Unfallminderung
  - o Reduktion des Verletzungsgrades der Verkehrsbeteiligten und Limitierung von Materialschäden mittels Frontairbags (BodySave)

#### Vorgehen / Module

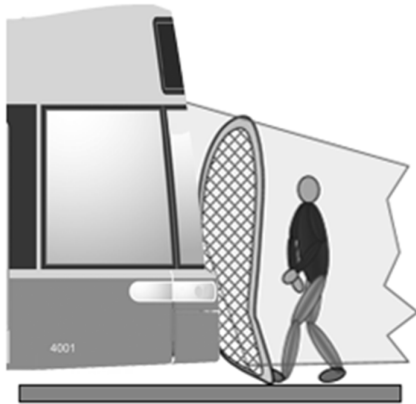
1. Adaptierung der bestehenden Alstom Percept Plattform auf den Anwendungsfall Tram
2. Datenerfassung (Installation des Datenrekorders (inkl. Sensoren, Gateway, Cloud-Speicher)) und Training des Neuronalen Netzwerkes
3. Spezifikation und Implementierung der Anwendungsfälle von PercepTram

4. Inbetriebsetzung und Erprobung von PercepTram
5. Definition des Anwendungsfalles für BodySave
6. Entwicklung des Frontairbags BodySave
7. Inbetriebsetzung und Testen des Frontairbags BodySave
8. Integration von BodySave-PercepTram und Erprobung
9. Validierung & Demonstration

---

### Erwartete Resultate

Ziel des ZEUS-Projekts ist es Leben zu retten. Durch einen ganzheitlichen Ansatz und mittels modernster Sensortechnologie (PercepTram), einem innovativen Airbag (BodySafe), gelingt es die Sicherheit des Strassenbahnbetriebs zu erhöhen. In erster Linie wird das Eintrittsrisiko eines Unfalles verringert. In zweiter Linie – falls die Kollision trotz aller Massnahmen nicht mehr vermeidbar ist – wird die Auswirkung, also der Schweregrad der Verletzungen, reduziert. Die beiden Bausteine, PercepTram und BodySave, sollen parallel entwickelt, getestet und danach für das Gesamtsystem zusammengeführt und als System im Verkehrsnetz der VBZ in einem Flexity-Tram erprobt werden.



PercepTram erkennt Hindernisse in Entfernungen bis zu 200 m und verhindert eine Kollision. Das System warnt den Fahrer über das bestehende Kollisionsrisiko. Reagiert der Fahrer nicht (z.B. durch Quittierung), triggert es die adäquate Massnahme (z.B. Bremsung). Zudem erkennt PercepTram die streckenseitige Fahrsignale (z.B. Weichen-, Rotlicht- oder Geschwindigkeitssignale) und interpretiert diese korrekt und frühzeitig. Verhält sich der Fahrer nicht entsprechend, wird er gewarnt. Quittiert der Fahrer die Warnung nicht, wird automatisch die Geschwindigkeit reduziert. Das System ist in der Lage, die Art des Hindernisses zu erkennen und diese in 2 Kategorien (Mensch / Nicht Mensch) einzuordnen. PercepTram ist in der Lage, das Vorhandensein von Hindernissen im Bereich von 0 bis 10 Metern vor der Strassenbahnvorderseite zu erkennen, die Kollisionszeit bis auf 0,5 Sekunden genau abzuschätzen und diese Informationen dem BodySave zur Verfügung zu stellen.

Der Prototyp des BodySave-Systems ist in der Lage, einen grossen Frontal-Airbag innerhalb von 0,5 Sekunden vor einem Zusammenstoss mit einem Fahrradfahrer, einem stehenden Erwachsenen oder einem stehenden Kind zu entfalten. Damit soll die Wucht des Primärschocks verringert werden.

---

### Résumé en français

Selon les statistiques des années 2011 à 2019, environ 1960 sinistres surviennent en moyenne chaque année chez les VBZ (Verkehrsbetriebe Zürich - services de transport de Zürich). Environ 1000 sinistres sont en lien avec les tramways. Parmi ceux-ci, en moyenne 270 entraînent des dommages corporels et 3 la mort.

La majorité des accidents entraînant la mort surviennent suite à une collision frontale avec des piétons, piétonnes ou cyclistes. Les VBZ souhaitent réduire le nombre d'accidents mortels, ainsi que les accidents donnant suite à des dommages corporels, et ainsi améliorer la sécurité du trafic routier et des tramways.

Le Projet ZEUS (Zürich Experiment für Umfassende Sicherheit – Zürich Expérience pour la sécurité intégrale) adopte à cet égard une approche innovante et devrait réduire sensiblement le nombre et la gravité des accidents à l'aide d'une technologie de pointe.

Le système de reconnaissance de l'environnement utilise les technologies de capteurs les plus récentes, des algorithmes de vision par ordinateur et un réseau neuronal (intelligence artificielle) pour identifier et classer les objets ainsi que pour reconnaître les signaux d'un tronçon donné. Le système identifie ainsi les situations dangereuses, qui peuvent mener à une collision. Dans un premier temps, le système avertit le conducteur et dans un second temps – si celui-ci ou celle-ci ne réagit pas à l'avertissement – les freins sont activés automatiquement (Percep Tram). De cette manière, c'est en première ligne le risque d'occurrence de l'accident qui est réduit. Si, malgré les mesures mises en place, la collision est inévitable, un airbag est activé juste avant la collision. Celui-ci réduit l'impact principal sur l'avant du véhicule et permet de réduire le degré de gravité des blessures. Dans le même temps, l'airbag (BodySave) permet d'éviter que la personne ne passe sous le tram.

---

### **Riassunto in italiano**

Secondo le statistiche sui danni per gli anni 2011 - 2019, ci sono una media di 1960 danni all'anno nelle aziende di trasporto. Circa 1000 incidenti di danni sono legati ai tram. Di questi, una media di 270 incidenti termina con lesioni fisiche e tre con vittime.

La maggior parte degli incidenti mortali si è verificata a causa di collisioni frontali con pedoni e ciclisti. Il VBZ vuole ridurre questi incidenti mortali e quelli con lesioni e aumentare di conseguenza la sicurezza stradale e tranviaria.

Il progetto ZEUS (Zurich Experiment for Comprehensive Safety) persegue un approccio innovativo in questo senso e mira a ridurre sensibilmente il numero e la gravità degli incidenti con l'ausilio delle ultime tecnologie. Il sistema di riconoscimento ambientale utilizza una tecnologia di sensori all'avanguardia, algoritmi di visione artificiale e una rete neurale (intelligenza artificiale) per identificare e classificare gli oggetti, nonché per riconoscere i segnali a terra. Riconosce le situazioni pericolose che possono portare a una collisione. Il sistema avvisa il conducente in una prima fase e, se non reagisce all'avvertimento, avvia automaticamente un processo di frenata in una seconda fase (PercepTram). Ciò riduce principalmente il rischio che si verifichi un incidente. Se una collisione è inevitabile nonostante le misure adottate, l'airbag si attiva prima della collisione. Ciò riduce l'impatto primario sulla parte anteriore del veicolo e quindi riduce la gravità delle lesioni. Allo stesso tempo, l'airbag (BodySave) impedisce alla persona di finire sotto il tram.

---

### **Summary in English**

According to the damage statistics for the years 2011 – 2019, on average, around 1960 damaging events occur each year at the Verkehrsbetriebe (VBZ). Around 1000 incidents of damage are related to trams. Of these, an average of 270 accidents end with physical injuries and three with fatalities.

The majority of fatal accidents occurred because of frontal collisions with pedestrians and cyclists. The VBZ wants to reduce these fatal accidents and those with injuries and accordingly increase road and tram safety.

The ZEUS Project (Zürich Experiment for Comprehensive Security) is, in this regard, pursuing an innovative approach and is intended to noticeably reduce the number and severity of accidents with the help of most modern technology. The Environment Recognition System uses most modern sensor technology, computer vision algorithms and a neural network (artificial intelligence) to identify and classify objects as well as to recognize trackside signals. In this manner it recognizes dangerous situations that can lead to a collision. The system, in a first step, warns the driver and, if he or she does not react to the warning, in a second step, automatically initiates braking (PercepTram). This primarily reduces the risk of an accident occurring. If a collision, despite the measures taken, is unavoidable, the airbag will be triggered even before the collision. This airbag reduces the primary impact on the front of the vehicle and thereby reduces the severity of the injuries. At the same time, the airbag (BodySave) prevents the person from getting under the tram.